

KYT2018

Puiteohjelmaluonnoksen esittely
STUK 22.8.2014

Ydinjätehuollon kotimainen toimintaympäristö KYT2018-kaudella

- Posivan rakentamislupahakemus on käsittelyssä, käsittely valmistunee KYT2014-ohjelmakauden lopussa.
- Ydinvoimahankkeet
 - Olkiluoto 3:n käyttöönotto.
 - Fennovoiman loppusijoitussuunnitelmien tarkentaminen.
- VTT:n ydinturvallisuustalo-rakennushanke.
- VTT:n tutkimusreaktorin käytöstäpoisto.

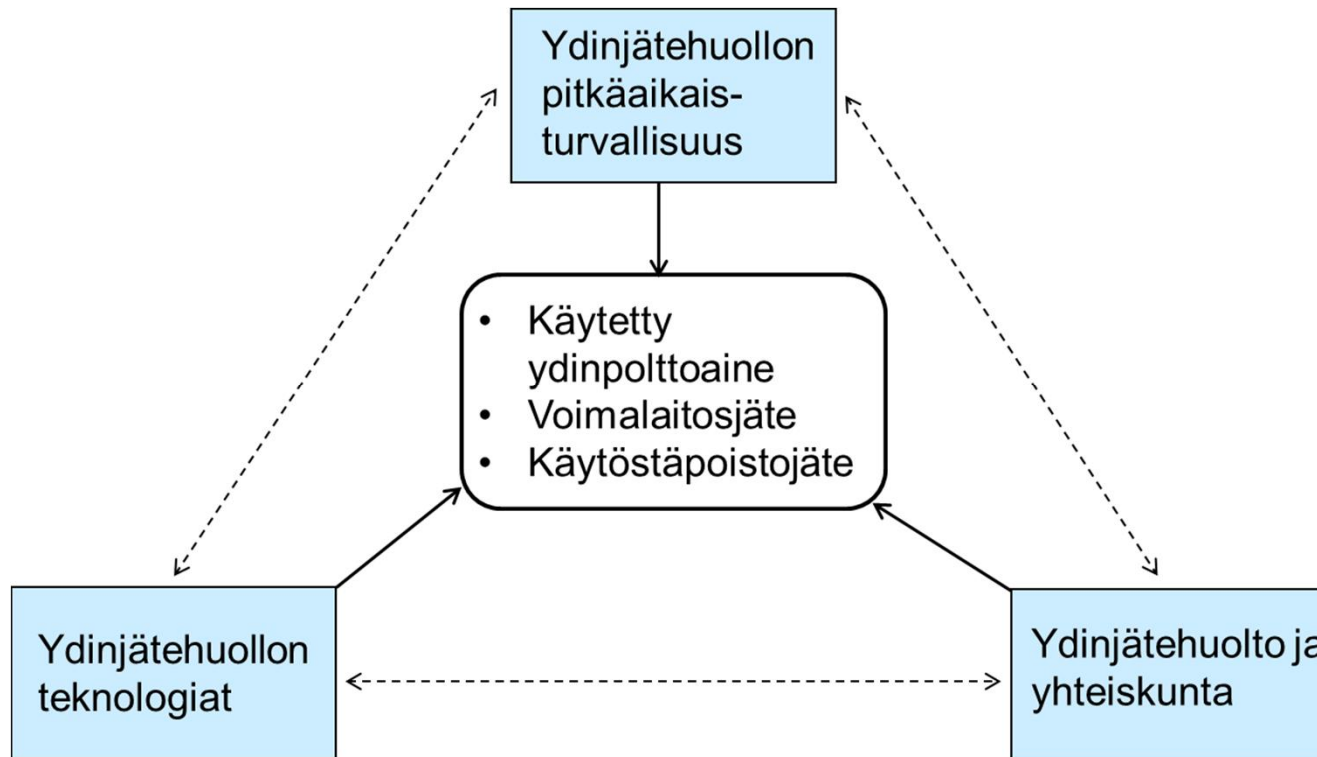
KYT2018-ohjelman tutkimusaihealueiden tarvearviointi

- KYT2018-tutkimusohjelman pääaihealueet ovat samansuuntaiset kuin KYT2014-ohjelmassa.
- YES-työryhmän selvitystä kriittisten tutkimusvalmiuksien ja osaamisten tunnistamiseksi on hyödynnetty puiteohjelmaa laadittaessa.
- Tutkimusohjelman johtoryhmä voi täsmentää vuosittain aihepiirien keskinäistä ja sisäistä painotusta.
- Pitkäaikaisturvallisuuden merkitystä on korostettu jonkin verran KYT2018-ohjelmassa.

YES

Tutkimusalue	Tutkimusaihe	Resurssitilanne
Käytetyn polttoaineen (KPA) ominaisuudet	<i>Polttoaineen mekaaniset ja kemialliset ominaisuudet (vapautumismallit ja niiden kelpoistaminen)</i>	Nyt kohtuullisen hyvä, jatkosta huolehdittava, tarvitaan omaa tutkimusta, esim. IRF (instant release fraction)
KPA loppusijoituskonsepti (KBS-3)	<i>Kapseli: valmistus ja sulkeminen</i>	Nyt hyvä, tarve vähenee tulevaisuudessa
	Kapseli: tarkastukset ja laadunvalvonta	Nyt hyvä, tarve vähenee tulevaisuudessa
	Kapseli: luotettavuusanalyysit	Nyt hyvä, tarve vähenee tulevaisuudessa
	Kapseli: mekaaninen kestävyys (isostaattiset ja dynaamiset kuormitukset, viruminen)	Nyt kohtuullinen, perusosaaminen säilytettävä, vaatii huomiota
	Kapseli: korroosio-ominaisuudet	Nyt hyvä, perusosaaminen säilytettävä
	<i>Puskuri, täyttö ja sulkemisrakenteet: savimateriaalien THMBC-käyttäytyminen (ml. eroosio ja muuntuminen)</i>	Tutkijoita on, mutta erityisosaamista puuttuu, osaaminen säilytettävä pitkään, vaatii perustutkimusta
Voimalaitosjäte (VLJ) ja käytöstäpoisto	Jätteen karakterisointi (radionuklidi-inventaarit)	Nyt hyvä, säilytettävä perusosaaminen
	Jäteliuosten puhdistaminen ioninvaihtimin (kaupall. aspekti)	Nyt kohtuullinen, uusia tuotteita kehitettävä ja vanhoja parannettava kaupallisille markkinoille
Kallioperä ja pohjavesi	Geokemia (ml. mikrobit)	Nyt niukat, osaamista kehitettävä, tarvitaan tutkimusta
	Geohydrologia, virtausmallinnus ja radionuklidien kulkeutumistutkimus	Nyt kohtuullinen, pidettävä yllä, geohydrologian ja virtausmallinnuksen integroinnista huolehdittava, kulkeutumismallinnukseen lisää kemiallista tarkastelua, tarvitaan omaa tutkimusta
	Termiset ominaisuudet	Nyt kohtuullinen, säilyttämisestä huolehdittava
Biosfaari	<i>Pintaympäristön karakterisointi ja radionuklidien kulkeutumismallinnus</i>	Nyt niukat (osin), ylläpidosta huolehdittava
Turvallisuusperustelu	<i>Metodiikka: käytetty polttoaine, voimalaitosjäte, käytöstäpoisto</i>	Nyt kohtuullinen, ylläpito vaatii huomiota
	<i>Skenaarioiden muodostaminen</i>	Nyt kohtuullinen, ylläpito vaatii huomiota
	<i>Toimintakykyanalyysi</i>	Nyt kohtuullinen, ylläpito vaatii huomiota
	<i>Radionuklidien kulkeutumismallinnus</i>	Nyt kohtuullinen, ylläpito vaatii huomiota
	Epävarmuus- ja luotettavuusanalyysit	Nyt kohtuullinen, ylläpidettävä
Ydinmateriaalivalvonta (safeguards)	Ydinmateriaalivalvonta (safeguards)	Nyt kohtuullinen, ylläpito vaatii huomiota
Ydinjätehuollon kustannusten arviointi	Ydinjätehuollon kustannusten arviointi	Nyt kohtuullinen, ylläpito vaatii huomiota
Uudet ja vaihtoehtoiset ydinjätehuollon teknologiat	<i>Vaihtoehtoiset jätteiden käsittelytavat</i>	Nyt niukat, skenaarioasia, seurantaa tarvitaan, kytös kustannusanalyyysiin
	<i>Uudet ydinpolttoainekierrat, esim. P&T</i>	Nyt niukat, skenaarioasia, seurantaa, tarvitaan omaa tutkimusta, kytös kustannusanalyyysiin
	Uudet varastointi- ja loppusijoitustekniikat, esim. etäoperointi	Nyt niukat, skenaarioasia, kytös kustannusanalyyysiin, osaamista fuusiotutkimuksesta
Ydinjätehuollon yhteiskuntatieteellinen tutkimus	Ydinjätehuollon yhteiskuntatieteellinen tutkimus	Yhteiskuntatieteellinen tutkimus laajaa, ydinjättespesifinen tutkimus vain pieni osa siitä. Käytetyn polttoaineen kuljetukset voivat herkistää ilmapiriä, onko ydinjättespesifisiä resursseja kun tarvitaan?

KYT2018-ohjelman tutkimusaihealueet



Ydinjätehuollon teknologiat

- Viranomaisten saatavilla tulee olla ajantasaista tietoa ja asiantuntemusta tutkittavista ja kehitteillä olevista geologisen loppusijoituksen vaihtoehtoista sekä asiantuntemusta Suomessa toteutettavan ydinjätehuollon erilaisten toteutustapojen ja menetelmien vertailuun. Eri ydinjätteiden huoltovaihtoehtoja ja käytettyä teknologiaa arvioidaan ja tarkennetaan aika ajoin. Siinä yhteydessä saattaa tulla esiin tarve tutkia uusia tai vaihtoehtoisia teknisiä ratkaisuja.
- Uusia ja vaihtoehtoisia teknologioita tutkimalla parannetaan suomalaisen ydinjätehuollon toteutusvarmuutta.
- Puiteohjelmaluonnosta laadittaessa todettiin, että KYT2014-puiteohjelmassa mainitut aihealueet ovat pitkälti edelleen ajantasaisia.

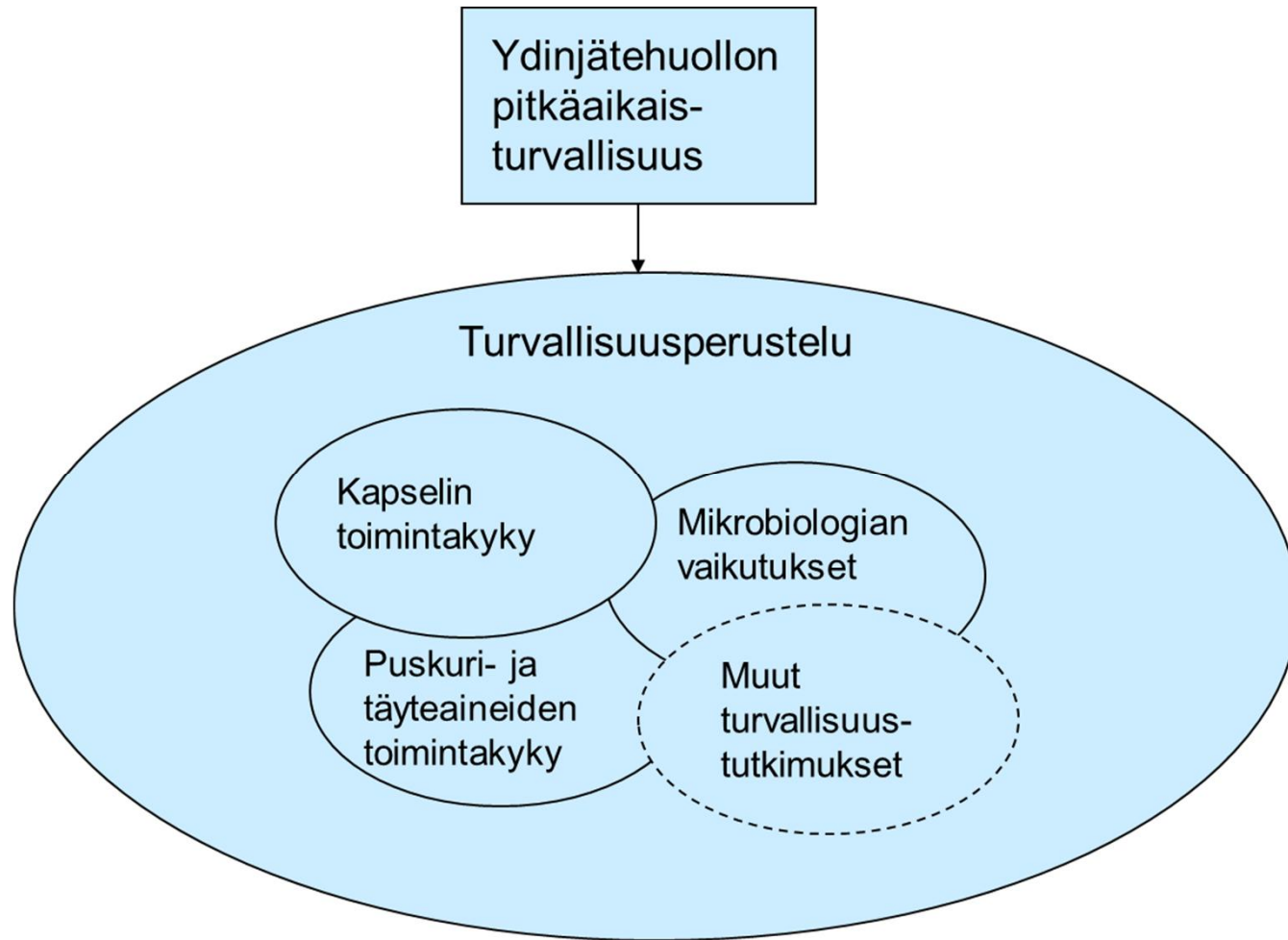
Ydinjätehuollon teknologiat

- Ohjelmassa nostetaan esimerkinomaisesti esille mm.
 - käytetyn polttoaineen jälleenkäsittelymenetelmien kehittyminen, nuklidierotus ja transmutaatio (partitioning & transmutation, P&T)
 - geologisen loppusijoitukseen liittyvä palautettavuus ja vaihtoehtoiset toteutusvaihtoehdot, esim. syvät kairareiät
 - varastointivaihtoehdot, esim. käytetyn polttoaineen kuivavarastointi tai muu jätteen pitkäaikaisvarastointi
 - mahdolliset uudet voimalaitosjätteiden (VLJ) huollon ratkaisut, esim. erittäin matala-aktiivisten jätteiden maaperäloppusijoitus, tai uudenlaisten jätteiden loppusijoitettavuuteen ja jätteiden määrän pienentämiseen liittyvät tutkimusaiheet
 - käytöstäpoiston toteutuksen uudet ratkaisut, esimerkiksi metalli- ja betonijätteen karakterisointi- ja käsittelymenetelmät
 - vaihtoehtoisten vapautumisestemateriaalien (esim. kapselimateriaali) kehitys
 - ydinjätehuollon kustannusten arviointimenetelmien edelleen kehittäminen.

Ydinjätehuollon pitkäaikaisturvallisuus

- Pitkäaikaisturvallisuus on yksi merkittävimmistä ydinjätehuollon suunnittelussa ja toteutuksessa huomioitavista tekijöistä.
- Poikkitieteellisyys tekee pitkäaikaisturvallisuuden perustelemisesta sekä arvioimisesta haastavaa.
- Pitkäaikaisturvallisuustutkimukset KYT2018-ohjelmassa voivat kohdistua sekä käytetyn ydinpolttoaineen että matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitukseen.

Ydinjätehuollon pitkäaikaisturvallisuus



Turvallisuusperustelu

- Turvallisuusperustelu kokoaa yhteen kaikki ydinjätteen loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuteen vaikuttavat tekijät, ja loppusijoituksen hyväksyttävyyttä arvioidaan suurelta osin turvallisuusperustelun perusteella.
- KYT2018-ohjelmassa pyritään kehittämään turvallisuusperusteluosaamista keskeisille alueille, ei toistamaan aiemmin tehtyjä turvallisuusperusteluja tai turvallisuusanalyysyjä.

Turvallisuusperustelu

- Harkittavia aiheita ovat mm.
 - turvallisuustoimintojen tunnistamisen ja skenaarioiden muodostamisen tavat,
 - vaihtoehtoiset käsitteelliset mallit ja tulkinnat,
 - epävarmuuden hallintamenetelmien kehittäminen,
 - uudet tietolähteet (ydinjätetutkimuksen ulkopuolella tehtävä turvallisuusperustelun metodiikkoja sivuava työ), esim. skenaarioiden muodostamisen tavat, hiilidioksidin varastointi maaperään,
 - turvallisuusperustelun rakenteen ja esittämistapojen kehittäminen mahdollisimman laajan lukijakunnan ymmärrettäväksi (turvallisuusperustelun periaatteet, menetelmät, rajoitukset),
 - käytetyn polttoaineen loppusijoituksen alkuvaiheen kehittymisen analyysi loppusijoitustilan sulkemisen jälkeen.

Puskuri- ja täyteaineiden toiminta

- Paisuvahilaiset savet ovat keskeisessä osassa KBS-3-tyyppisen loppusijoitusratkaisun vapautumisesteenä suojaamassa loppusijoituskapselia.
- Puskuri- ja täyteaineet toimivat pohjavesivirtauksia rajoittavina hidastaen sekä korroosiota aiheuttavien aineiden pääsyä kapselin pinnalle että hidastaen mahdollisia radioaktiivisten aineiden päästöjä, sekä mekaanisena suojana esim. mahdollisissa pienissä kalliosiiirroksissa.

Puskuri- ja täyteaineiden toiminta

- Tutkimuksen aiheita voivat olla esim.
 - Puskuri- ja täyteaineiden toimintakykyyn liittyvä tutkimus
 - mallinnus sekä kokeet.
 - THM- ja THC-mallinnuslinjat ja niiden integroinnin kehittyminen.
 - Materiaaliominaisuuksien ja toimintakyvyn välinen yhteys.
 - Mahdolliset turvallisuusmerkitykselliset yksityiskohtaiset selvityskohteet.

Kapselin toimintakyky

- Loppusijoituskapseli on KBS-3-tyyppisen loppusijoitusratkaisun ensisijainen vapautumiseste, jonka toimintakyvystä ja siihen vaikuttavista tekijöistä tarvitaan edelleen tietoa.
- Kapselin korroosionkestävyys ja mekaaninen kestävyys vaikuttavat mahdollisen radioaktiivisten aineiden päästön ajankohtaan.
- Posiva on valinnut kitkatappihitsauksen referenssimenetelmäkseen KYT2014-puiteohjelman laatimisen jälkeen.

Kapselin toimintakyky

- Tutkimuksen aiheita voivat olla esim.
 - Kapselimateriaalien korroosionkestävyys, ml. mikrobien vaikutus korroosioon.
 - Mekaaniset ominaisuudet ja niiden muutokset.
 - Kitkatappihitsisauman ominaisuudet.
 - Sisäosa.
 - Ulkoisten kuormien vaikutus kapseliin (puskurin paisuntapaine, jääkauden aiheuttamat paineenmuutokset jne.).

Mikrobiologian vaikutukset

- Mikrobiologinen toiminta voi vaikuttaa loppusijoitusjärjestelmän teknisten vapautumisesteiden (kapseli, puskuri, täyteaineet ja sulkemusrakenteet) toimintakykyyn.
- Mahdollisia tutkimusaiheita voivat olla esim.
 - Näytteenoton edustavuus,
 - Mikrobitoiminnan arvioiminen loppusijoitusolosuhteissa,
 - Miten mikrobit vaikuttavat vapautumisesteiden toimintakykyyn.
 - Mikrobitoiminta matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituksessa.

Muut turvallisuustutkimukset

- Puiteohjelmassa voidaan tehdä muitakin geologisen loppusijoituksen turvallisuuteen liittyviä tutkimuksia, kuten:
 - betonirakenteiden pitkäaikaiskäyttäytyminen loppusijoitusolosuhteissa
 - voimalaitosjätteen loppusijoitusolosuhteita simuloivien kokeiden päättämiseen liittyvät tutkimukset
 - käytetyn polttoaineen ominaisuuksien vaikutus loppusijoituksen turvallisuuteen, erityisesti palaman noston vaikutukset ja uusien polttoainetyyppien loppusijoitus
 - C-14:n käyttäytyminen loppusijoitusolosuhteissa (KPA, VLJ, purkujäte)
 - kallioperätutkimukset loppusijoituksen turvallisuuden kannalta sekä loppusijoitukseen tarkoitetun kallion laatua varmentavat tutkimukset
 - biosfääritutkimukset loppusijoituksen turvallisuuden kannalta
 - loppusijoitustunneleiden ja -tilojen sulkurakenteiden loppusijoitustilakohtainen mallinnus ja niiden toimivuuden arviointi

Ydinjätehuolto ja yhteiskunta

- KYT:n piirissä tehtävän ydinjätehuoltoon liittyvän yhteiskuntatieteellisen tutkimuksen tarkoituksena on tukea päätöksentekoa ja sen valmistelua. Ydinjätehuolto vaatii toteutuakseen paitsi teknistä osaamista myös poliittista ja laajempaa yhteiskunnallista hyväksyntää.
- Mahdollisia tutkittavia näkökulmia voivat olla esim.
 - eettinen ja julkinen keskustelu
 - pitkään ajalliseen keston liittyvät kysymykset, esim. suljettu loppusijoitustila ja tiedon pitkäaikainen säilyttäminen
 - ydinenergian tuotanto.